

Aconsegueixen desplaçar objectes nanomètrics mitjançant canvis de temperatura

10/2008 - **Telecomunicacions, Electrònica i Informàtica**. A través d'un nanotub multicapa de carboni s'ha demostrat que l'origen directe del moviment d'un objecte mòbil es troba en l'heterogeneïtat tèrmica d'aquest tub. Apareix quan flueix un corrent elèctric per l'interior del tub conductor -amb el seu corresponent escalfament- i els dos electrodes dels seus extrems estan a temperatura ambient.

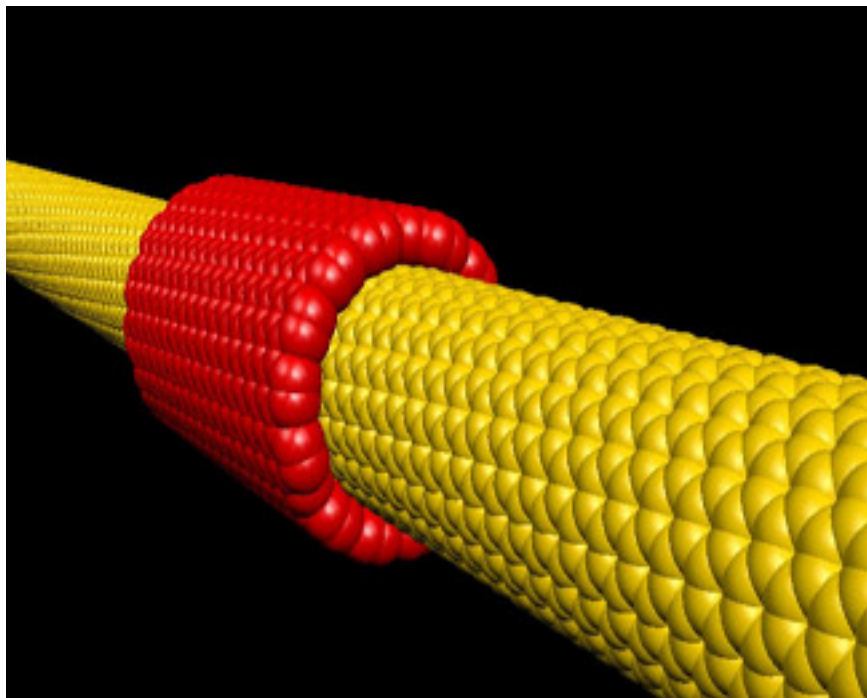


Figura 1. Un petit element mòbil (color vermell) es desplaça al llarg del nanotub multicapa (color groc)

El posicionament d'objectes a escala nanoscòpica és, ara per ara, un dels desafiaments més importants de la nanociència. En aquest treball vam demostrar que un objecte nanomètric també es pot moure de manera controlada per diferències de temperatura.

El sistema que hem utilitzat està basat en un nanotub multicapa al qual se li ha realitzat una etapa prèvia de nanofabricació. Un nanotub multicapa de carboni, com el seu nom indica, és un sistema tubular de carboni que resulta d'"enrotllar" un cert nombre de capes de grafit. En l'etapa de nanofabricació hem eliminat la capa externa en gairebé tota la longitud del nanotub, excepte en una petita regió en la qual roman intacta. El resultat és el dispositiu de la Figura 1, on un petit element mòbil (el fragment residual de la capa externa, vermell a la figura) és lliure de desplaçar-se al llarg del "rail" constituït pel nanotub multicapa més llarg (groc a la figura). Aquest sistema és ideal per a la realització dels experiments de mobilitat, per la baixíssima fricció que existeix entre la capes del nanotub.

Posteriorment, hem fet fluir un corrent elèctric pel tub intern, observant que el tub extern es movia. No obstant això, en invertir la trajectòria del corrent el tub extern continua movent-se, però en la mateixa direcció. Això és incompatible amb l'electromigració -un efecte que consisteix en la transferència d'energia des dels portadors de corrent elèctric a l'objecte mòbil-, on el moviment observat té lloc en la mateixa direcció i sentit en el qual flueix el corrent. Aquesta incoherència ens va permetre descartar l'electromigració com a possible explicació del fenomen.

Com la nostra experiència diària ens indica, un flux de corrent està normalment acompanyat d'un escalfament del conductor (efecte Joule). En circular un corrent en el nanotub intern, aquest tendeix a escalfar-se uniformement, ja que el corrent passa per tota la seva longitud. En el nostre experiment, no obstant això, les extremitats del tub estan en contacte amb sengles electrodes entre els quals el tub es troba suspès. Aquests electrodes dissipen la calor de manera molt eficient i, per tant, el resultat és que el nanotub arriba a la seva temperatura màxima aproximadament en el punt mig entre els electrodes, mentre que els seus extrems romanen a la temperatura ambient del laboratori. En altres paraules, quan circula un corrent, el tub més llarg es troba calent en el mig i fred en els extrems. Microscòpicament, això vol dir que els àtoms en el mig del tub vibren amb més força que en els extrems. Aquestes majors vibracions empenyen de manera efectiva l'element mòbil en la direcció de més calent a més fred, és a dir, cap als extrems del tub. Així doncs, el corrent elèctric és solament una causa indirecta del moviment

ja que, amb ella present, el tub s'escalfa de manera no uniforme, però en realitat la causa directa del fenomen observat és l'escalfament no homogeni que té lloc al llarg del tub.

Riccardo Rurali, Eduardo R. Hernández, A. Barreiro i A. Bachtold

Centre Nacional de Microelectrònica

Universitat Autònoma de Barcelona

Subnanometer motion of cargoes driven by thermal gradients along carbon nanotubes. Barreiro, A; Rurali, R; Hernández, ER; Moser, J; Pichler, T; Forro, L; Bachtold, A. SCIENCE, 320 (5887): 775-778 MAY 9 2008.